

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR  
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS  
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

**2019/2020, 2.ª Edição**



**III**

**Centrais de produção de betão na Força Aérea: desafios e  
oportunidades de otimização desta capacidade**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A  
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO  
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DAS  
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL  
REPUBLICANA.**

**José Pedro Matos Romão  
CAP/ENGAED**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR  
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**CENTRAIS DE PRODUÇÃO DE BETÃO NA FORÇA  
AÉREA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE  
OTIMIZAÇÃO DESTA CAPACIDADE**

**CONCRETE PRODUCTION PLANS IN THE AIR FORCE:  
CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR  
OPTIMIZATION OF THIS CAPACITY**

**CAP/ENGAED José Pedro Matos Romão**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS 2019/2020, 2.<sup>a</sup> edição

Pedrouços 2020



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR  
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**CENTRAIS DE PRODUÇÃO DE BETÃO NA FORÇA AÉREA:  
DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE OTIMIZAÇÃO DESTA  
CAPACIDADE**

**CONCRETE PRODUCTION PLANS IN THE AIR FORCE:  
CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR OPTIMIZATION OF  
THIS CAPACITY**

**CAP/ENGAED José Pedro Matos Romão**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS 2019/2020, 2.<sup>a</sup> edição

Orientador: TCOR/ENGAED António Manuel Bruno Antunes

Pedrouços 2020



## **Declaração de compromisso Antiplágio**

Eu, **José Pedro Matos Romão**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Centrais de produção de betão na Força Aérea: desafios e oportunidades de otimização desta capacidade** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **CPOS 2019/2020** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **16 de março de 2020**

José Romão



## **Agradecimentos**

Quero agradecer a todos os que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, em especial para o meu orientador o Tenente-coronel Engenheiro de Aeródromos António Antunes pela forma excepcional com que me auxiliou nesta demanda, as suas indicações e orientações permitiram manter o rumo desta pesquisa sobre tema tão vasto e com tão pouco tempo para explorar.

Agradeço ainda ao meu coorientador o Tenente-coronel Engenheiro Electrotécnico Pedro Costa e à Major Psicóloga Cristina Fachadas, pelo apoio prestado na formulação do método científico adotado neste trabalho, baseado nas metodologias privilegiadas pelo Instituto Universitário Militar, que de forma tão clara e precisa me souberam explicar.

Expresso o meu mais profundo agradecimento aos Capitães Engenheiros de Aeródromos Ivo Duarte, Henrique Rodrigues, Carlos Ruivo e ao Tenente Miguel Madrinha pelo material literário que me auxiliaram a encontrar para esta pesquisa, destacando-se relatórios internos dos seus serviços bem como dados brutos que serviram de base a este trabalho. Tenho ainda a agradecer aos Primeiro-Sargentos Tiago Gaspar e Gonçalo Tomás, que como operadores de central de produção de betão, me forneceram valiosas explicações e uma visão mais técnica da operação destes equipamentos, tendo-me reunido e enviado valiosos relatórios e mapas de produção das centrais.

Por último, mas não menos importante, agradeço à Força Aérea Portuguesa por todos os cursos e formações, bem como pela experiência profissional e pessoal que me proporcionou ao longo dos anos.



## Índice

1. Introdução .....	9
2. Enquadramento teórico e conceptual .....	12
2.1. O “estado da arte” .....	12
2.2. Modelo de análise .....	16
2.2.1. Quadro de Conceptual .....	16
2.2.2. Questões de investigação .....	17
3. Metodologia e método .....	19
3.1. Metodologia .....	19
3.2. Método .....	21
3.2.1. Os participantes da pesquisa .....	21
3.2.2. Os instrumentos de recolha e seleção de dados .....	22
3.2.3. As técnicas de tratamento quantitativo dos dados.....	22
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados .....	23
4.1. Apresentação e análise de dados dos trabalhos .....	23
4.2. Apresentação e análise de dados dos questionários.....	30
4.3. Validação das hipóteses levantadas .....	32
4.4. As respostas às questões derivadas e principal .....	33
5. Conclusões .....	35
Referências bibliográficas .....	41

## Índice de Apêndices

Apêndice A — Tratamento de dados dos trabalhos de 2011 .....	Apd A-1
Apêndice B — Tratamento de dados dos trabalhos de 2012 .....	Apd B-1
Apêndice C — Tratamento de dados dos trabalhos de 2013 .....	Apd C-1
Apêndice D — Tratamento de dados dos trabalhos de 2014 .....	Apd D-1
Apêndice E — Tratamento de dados dos trabalhos de 2015 .....	Apd E-1
Apêndice F — Tratamento de dados dos trabalhos de 2016 .....	Apd F-1
Apêndice G — Tratamento de dados dos trabalhos de 2017 .....	Apd G-1
Apêndice H — Tratamento de dados dos trabalhos de 2018 .....	Apd H-1
Apêndice I — Questionário aplicado aos militares ENGAED, TMI e CMI .....	Apd I-1



## **Índice de Figuras**

Figura 1 - Central de produção de betão de cimento ARCEN .....	13
Figura 2 - Central de produção de betão betuminoso ERMONT .....	14
Figura 3 - Trem de pavimentação em betão de cimento.....	15
Figura 4 - Trem de pavimentação em betão betuminoso .....	16
Figura 5 - Estratégia de investigação quantitativa.....	20
Figura 6 - "Cebola" da Investigação.....	21

## **Índice de Tabelas**

Tabela I - Custo dos materiais de 1 m <sup>3</sup> de betão de cimento .....	24
Tabela II - Custo da energia de produção de 1 m <sup>3</sup> de betão de cimento.....	24
Tabela III - Custos adicionais a considerar na central ARCEN .....	24
Tabela IV - Custo dos materiais de 1 ton de betão betuminoso .....	25
Tabela V - Custo da energia de produção de 1 ton de betão betuminoso.....	25
Tabela VI - Custos adicionais a considerar na central ERMONT.....	25
Tabela VII - Análise ao questionário das respostas 1 a 6.....	Apd I-2
Tabela VIII – Análise ao questionário das respostas 7 a 15.....	Apd I-3
Tabela IX – Análise ao questionário das respostas 16 a 24.....	Apd I-4

## **Índice de Gráficos**

Gráfico 1 - Dimensão dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos.....	26
Gráfico 2 - Volumetria dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos.....	27
Gráfico 3 - Produção de betão de cimento em 9 anos .....	27
Gráfico 4 - Dimensão dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos .....	28
Gráfico 5 - Volumetria dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos .....	29
Gráfico 6 - Produção de massas betuminosas em 9 anos .....	29
Gráfico 7 - Volumetria dos pavimentos flexíveis sem deslocação da central.....	30

## **Índice de Quadros**

Quadro 1 - Caraterização dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos .....	26
Quadro 2 - Resumo dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos .....	26
Quadro 3 - Caraterização dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos.....	28



Quadro 4 - Resumo dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos .....	28
Quadro 5 - Identificação dos trabalhos de 2011 .....	Apd A-1
Quadro 6 - Classificação dos trabalhos de 2011.....	Apd A-2
Quadro 7 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2011 .....	Apd A-2
Quadro 8 - Caraterização dos pavimentos rígidos de 2011 .....	Apd A-2
Quadro 9 – Identificação dos trabalhos de 2012 .....	Apd B-1
Quadro 10 - Classificação dos trabalhos de 2012.....	Apd B-1
Quadro 11 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2012 .....	Apd B-2
Quadro 12 - Identificação dos trabalhos de 2013 .....	Apd C-1
Quadro 13 - Classificação dos trabalhos de 2013.....	Apd C-1
Quadro 14 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2013 .....	Apd C-1
Quadro 15 - Identificação dos trabalhos de 2014.....	Apd D-1
Quadro 16 - Classificação dos trabalhos de 2014.....	Apd D-1
Quadro 17 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2014 .....	Apd D-1
Quadro 18 - Caraterização dos pavimentos rígidos de 2014.....	Apd D-1
Quadro 19 - Identificação dos trabalhos de 2015 .....	Apd E-1
Quadro 20 - Classificação dos trabalhos de 2015.....	Apd E-1
Quadro 21 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2015 .....	Apd E-1
Quadro 22 - Caraterização dos trabalhos de 2015.....	Apd E-2
Quadro 23 - Identificação dos trabalhos de 2016.....	Apd F-1
Quadro 24 - Classificação dos trabalhos de 2016.....	Apd F-1
Quadro 25 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2016 .....	Apd F-1
Quadro 26 - Identificação dos trabalhos de 2017 .....	Apd G-1
Quadro 27 - Classificação dos trabalhos de 2017.....	Apd G-1
Quadro 28 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2017 .....	Apd G-1
Quadro 29 - Identificação dos trabalhos de 2018 .....	Apd H-1
Quadro 30 - Classificação dos trabalhos de 2018.....	Apd H-1
Quadro 31 - Caraterização dos pavimentos flexíveis de 2018 .....	Apd H-1





## **Resumo**

O presente estudo de caso versa as centrais de produção de betão na Força Aérea, tendo por objetivo definir modalidades de ação para a otimização desta capacidade. Foram caracterizados os trabalhos de pavimentação efetuados pela Repartição de Engenharia de Aeródromos desde a sua criação, perfazendo nove anos de dados, até a atualidade, com o que se procurou definir tipologias de obra, quanto à sua dimensão e volumetria. A relação destes trabalhos com os trens de pavimentação e as centrais de produção de betão que os alimentam permitiram estipular os requisitos que uma central deve cumprir para complementar estes equipamentos, constituindo um sistema que se complementa. As duas centrais existentes, uma de produção de betão de cimento outra de betão betuminoso, garantem o betão para os trabalhos de pavimentação rodoviária e aeronáutica, sendo que ainda se pode recorrer à aquisição de betão ou betuminoso no mercado. Procurou definir-se qual a modalidade de ação economicamente mais vantajosa em função da quantidade de material a aplicar, para cada uma das centrais. Determinou-se a quantidade produzida a partir da qual o investimento de reparação ou remodelação fica amortizado. No âmbito deste estudo foram também realizados questionários aos elementos que trabalham nesta área específica, de modo a identificar perceções e recolher dados que auxiliem na determinação das modalidades de ação a adotar, para alcançar a otimização desta capacidade na Força Aérea.

## **Palavras-chave:**

Beneficiação

Central de produção de betão

Central de produção de betão de cimento

Central de produção de massas betuminosas

Diretor de Obra

Manutenção

Pavimentação

Pavimentação com betão betuminoso

Pavimentação com betão de cimento

Reabilitação



### ***Abstract***

The present case study deals with concrete production plants in the Air Force, with the objective of defining action modalities for the optimization of this capacity. Paving works carried out by the Aerodrome Engineering Department were characterized since its creation, totaling nine years of data, up to the present day, with the aim of defining types of work, in terms of their dimension and volume. The relationship of these works with the paving trains and the concrete production plants that feed them allowed to stipulate the requirements that a plant must fulfill to complement this equipment, constituting a complementary system. The two existing plants, one for the production of cement concrete and the other for bituminous concrete, guarantee the concrete for road and aeronautical paving work, with the alternative possibility of purchasing concrete or bituminous in the market. It sought to define which type of action is economically most advantageous depending on the amount of material to be applied, for each of the plants. The amount of production needed to determine the quantity from which the repair or remodeling investment is amortized was determined in this study. Within the scope of this study, questionnaires were also carried out to the elements that work in this specific area, in order to identify perceptions and collect data that assist in determining the action modalities to be adopted, to achieve the optimization of this capacity in the Air Force.

### ***Keywords:***

Asphalt concrete production plant  
Beneficiation  
Cement concrete production plant  
Concrete production plant  
Construction Director  
Maintenance  
Paving  
Paving with bituminous concrete  
Paving with cement concrete  
Rehabilitation



## 1. Introdução

Os pavimentos aeronáuticos, bem como os rodoviários, da Força Aérea Portuguesa (FAP) são constituídos por pavimentos rígidos (R) e pavimentos flexíveis (F), contabilizando um total de 9.554.350,6 m<sup>2</sup>, dos quais 5.298.381,3 m<sup>2</sup> em pavimentos aeronáuticos e 4.255.069,3 m<sup>2</sup> em pavimentos rodoviários (SIINFRAS, 2020).

A Repartição de Engenharia de Aeródromos (REA) criada em janeiro de 2011 (Despacho\_N.º83/2010, 2010), com o intuito de incorporar os meios do Grupo de Engenharia de Aeródromos da Força Aérea (GEAFA) constituído em 1982 (Decreto-Lei\_434-M/82, 1982) que viria a ser reformulada segundo o (Despacho\_N.º79/2010, 2010). Desta forma, como herdeira dos meios do GEAFA é lhe consignada a missão que antes estava atribuída a este Grupo (Despacho\_N.º83/2010, 2010).

Volvidos nove anos sobre a reestruturação acima descrita, as duas centrais de produção de betão, que a REA herdou do GEAFA carecem de realce.

Como os pavimentos aeronáuticos e rodoviários que constituem património da FAP, sempre terão de existir, ser beneficiados, reparados ou reconstruídos, é de suma importância que os mesmos estejam em condições de cumprir a sua finalidade. Para satisfazer esta condição é necessário planear, gerir, executar e fiscalizar estas ações. Não menos importante é dotar a REA de meios humanos e materiais, neste caso equipamentos que possam ser operados por operários especializados. De nada serve possuir capacidade de construção sem os meios para a materializar, pois nestas condições todo o potencial é meramente teórico, nunca podendo constituir-se como capacidade de construção de infraestruturas.

“O objeto de estudo é um elemento essencial de uma investigação” (Santos, 2019, p. 49) sendo a presente dedicada às centrais de produção de betão da Força Aérea, centrando-se na otimização do uso desta capacidade.

Delimita-se o problema da investigação ao caso particular das centrais de produção de betão da REA, ficando deste modo estipulado não se analisar a temática das centrais de produção de betão de congéneres, sejam elas militares ou civis, limitando o estudo à realidade existente na FAP (Santos, 2019, p. 55).

O objetivo geral e os objetivos específicos deste caso de estudo, visam uma abordagem conceptual racional e objetiva com o intuito de produzir uma análise eficaz do objeto de estudo, propondo modalidades de ação eficientes.

O objetivo geral (OG) reveste-se de enorme importância pois “dá uma orientação sobre o tipo de estudo a efetuar, as variáveis em equação e, ainda, sobre as hipóteses a formular”



(Santos, 2019, p. 52), contribuindo para a produção de conhecimento, foi deste modo definido o seguinte objetivo geral:

**OG:** Propor modelos para a otimização do uso das centrais de betão da FAP.

Os objetivos específicos (OE) “serão instrumentais para o conhecimento e para a avaliação do sucesso da investigação” (Santos, 2019, p. 57), tendo-se elaborado três que visam contribuir para o objetivo geral:

**OE1:** Caracterizar os trabalhos realizados pela REA nos últimos nove anos;

**OE2:** Caracterizar os equipamentos afetos aos trens de pavimentação da REA;

**OE3:** Identificar os requisitos que as centrais de betão devem possuir para melhor responder às necessidades da FAP.

“A formulação de uma questão ou de um conjunto de questões iniciais é um procedimento que, segundo Carmo e Ferreira (1998, p. 212) orienta a recolha da informação” (Santos, 2019, p. 55), o que orientou o estabelecimento da seguinte questão principal (QP) como meta e foco do desenvolvimento da investigação.

**QP:** Como se poderá otimizar o uso das centrais de produção de betão na FAP?

Metodologicamente, este estudo caracteriza-se por um raciocínio indutivo (Santos, 2019, p. 18 a 19) assente numa estratégia de investigação quantitativa (Santos, 2019, p. 24 a 27) baseada em questionários e tratamento de dados estatísticos concretos retirados da análise da literatura.

Este trabalho assume a forma de um estudo de caso (Santos, 2019, p. 36 a 37), quanto ao seu desenho da pesquisa composto por três fases, a exploratória, a analítica e a conclusiva.

A fase exploratória compreendeu o levantamento do estado atual do conhecimento sobre o tema, com recurso a análise documental e recolha de dados concretos, dos quais se salientam os seguintes:

- O número e tipo de obras de pavimentação efetuadas pela REA nos últimos nove anos;
- As características tipológicas dos trens de pavimentação da REA;
- As características tipológicas das centrais de produção de betão da REA.

A fase analítica foi orientada para a apresentação e análise de dados documentais e conteúdo dos questionários.

A fase conclusiva expõe a avaliação dos resultados, a apresentação das conclusões, e as recomendações sob a forma de modelos de ação a adotar.



Os métodos e técnicas de recolhas de dados utilizados no presente trabalho são: a análise documental e recolha de dados relativos às obras, aos trens de pavimentação e às centrais de produção de betão, bem como realização de questionários de resposta fechada com espaço para comentários.

O presente estudo foi estruturado em cinco capítulos, ao longo dos quais se vai desenvolvendo a pesquisa.

Na introdução, primeiro capítulo, são mencionados o enquadramento e justificação do tema, o objeto de estudo e sua delimitação, o problema da investigação, o objetivo geral e os objetivos específicos, a questão de partida e as questões derivadas, as hipóteses levantadas (H), terminando com uma breve descrição da estrutura e conteúdo do trabalho.

O segundo capítulo tem por objetivo proceder ao enquadramento teórico e concetual, apresentando a relação entre diferentes conceitos, dimensões e indicadores constantes no mapa conceptual. Apresenta-se o “Estado da Arte” e o modelo de análise a seguir nesta investigação.

O terceiro capítulo é destinado à apresentação da metodologia e método adotado, explicando o percurso e estratégia de investigação escolhidos e o desenho de pesquisa adotado. Indicam-se os participantes, instrumentos de recolha e seleção dos dados, bem como as técnicas de tratamento quantitativo aplicadas aos dados.

No quarto capítulo, dedicado à apresentação dos dados e à discussão dos resultados, são analisados os questionários de modo a validar as hipóteses levantadas, respondendo às questões derivadas e principal. Neste capítulo procede-se ainda à avaliação dos resultados e à apresentação de modelos de ação a adotar.

No quinto capítulo, dedicado às conclusões, procede-se ao sumário da investigação, indicam-se as limitações encontradas, identificam-se os contributos para o conhecimento, sumariam-se os modelos de ação a adotar, terminando com propostas para estudos futuros.



## **2. Enquadramento teórico e conceptual**

A tipologia e dimensão dos trabalhos atualmente efetuados pela REA no campo da pavimentação tendem a centrar-se em trabalhos de beneficiação, reabilitação e manutenção do património existente, assim, centrou-se a análise dos requisitos naqueles que se traduzem como suficientes à satisfação destas necessidades, ainda que garantindo a capacidade de construção.

A catalogação dos trabalhos desenvolvidos pela REA nos últimos nove anos, fornece o espaço amostral representativo dos trabalhos de pavimentação solicitados à Direção de Infraestruturas (DI). Para caracterização dos trabalhos criou-se um sistema que permite analisar e decidir se é ou não economicamente favorável a produção do betão em central própria (P) ou se é preferível recorrer a central externa (E).

Os trens de pavimentação da REA são dois, um para cada tipo de pavimento, o rígido e o flexível. As características dos trens que importam apontar são aquelas relacionadas à dimensão do trabalho e ao volume de material a aplicar. Importa identificar os trabalhos de grande, média e pequena dimensão, e a capacidade de aplicação de material que cada trem apresenta. Esta análise permite aferir a capacidade de produção que uma central deve possuir para alimentar as espalhadoras, peças fundamentais na determinação do rendimento do trem.

### **2.1. O “estado da arte”**

A definição do estado da arte deriva da revisão da literatura, onde se identificam as fontes primárias e secundárias a pesquisar no trabalho, proporcionando uma visão do que já se sabe sobre o tema (Santos, 2019, p. 43 a 48), após esta revisão constatou-se não existirem metodologias standardizadas que permitem determinar quando optar pela produção de betão em central própria ou à aquisição no mercado, este estudo visa desenvolver ferramentas que supram esta lacuna, auxiliando os Diretores de Obra no desempenho das suas funções em trabalhos de pavimentação.

A central de produção de betão de cimento ARCEN encontra-se na Base Aérea N°5 (BA5), onde operou pela última vez em 2015 (SEA, 2015) na construção da Placa Whisky. Findo este trabalho a central foi lubrificada, tendo o módulo de comando da mesma sido guardado num armazém da REA em Alcochete para preservação do mesmo. Antes encontrava-se na Base Aérea N°11 (BA11), onde laborou na obra de alargamento dos caminhos de circulação. Em 2014, efetuou-se a manutenção e reparação da central decorrente da atividade realizada em 2010, com um custo de 4.500,00€ (Silva, 2014). Após



as ações de manutenção citadas a central foi levada para a BA5, para a obra da Placa Whisky, onde apresentou bom funcionamento. Atualmente a central ARCEN pode operar após realização de ações de manutenção e reparação semelhantes às efetuadas em 2014 com custo estimado idêntico.

A central de produção de betão de cimento ARCEN, tem uma capacidade de produção horária de 85 a 90 m<sup>3</sup>/h, segundo o seu manual, o que permite produzir 300 m<sup>3</sup> de betão em quatro horas de laboração (SEA, 2015). Estes valores são consubstanciados pela experiência da FAP com a operação desta central nas obras de pavimentação em que foi usada desde 2006, altura em que foi adquirida.



**Figura 1 - Central de produção de betão de cimento ARCEN**

Fonte: Arquivo fotográfico (SEA, 2020).

A central de produção de massas betuminosas ERMONT encontra-se na Base Aérea N°6 (BA6), onde operou pela última vez em 2018 (SEA, 2018) produzindo massas betuminosas para os pavimentos rodoviários do Comando Aéreo, durante a execução destes trabalhos teve várias avarias e problemas de funcionamento. Após esta última laboração a central ficou inoperativa devido às múltiplas avarias e problemas com vários dos seus sistemas fulcrais.

Um relatório da REA indica as várias ações de manutenção e reparações extraordinárias a efetuar nesta central, estimando o seu valor em 52.612,53€ (Ramalho, 2013). Em 2018 foi pedido um orçamento para a reabilitação completa da central, incluindo um novo sistema de controlo, a uma firma especializada que estimou o seu custo em





78.192,00€, reparação que permite à central recuperar o seu normal funcionamento (ARCEN, 2018).

A central permite, segundo o seu manual, uma produção horária de 70 a 200 ton/h, contudo estes valores não se obtêm facilmente em produção regular, tendo o engenheiro que deu apoio à sua instalação indicado 70 a 150 ton/h como o valor ideal de produção em condições normais (Gaspar, 2011). Após vinte anos de operação desta central a REA determinou 120 ton/h como a quantidade de produção horária ideal para o funcionamento da central, o que permite produzir 600 ton em cinco horas de laboração (SEA, 2017). Estes valores são consubstanciados pela experiência da FAP com a operação desta central em várias obras de pavimentação desde 1992, altura em que foi adquirida.



**Figura 2 - Central de produção de betão betuminoso ERMONT**

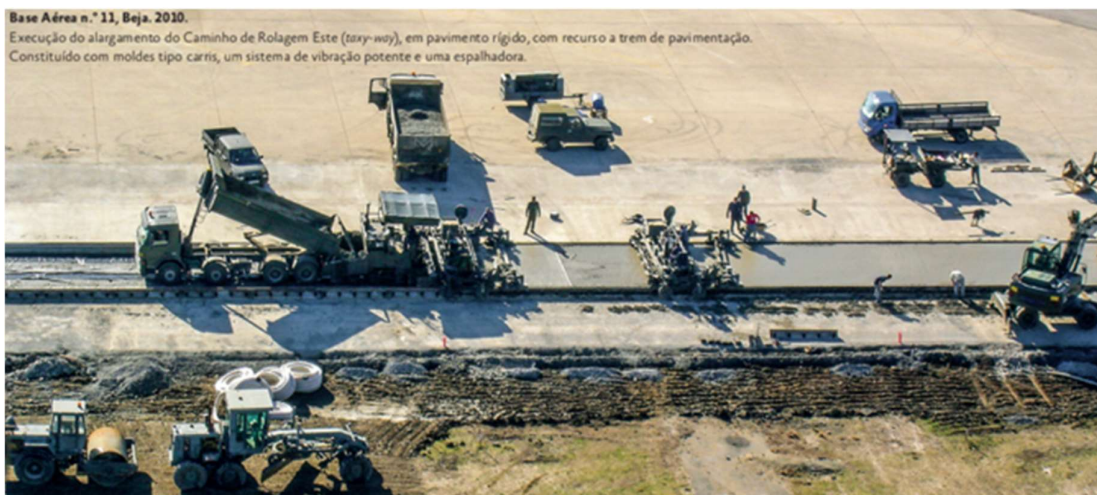
Fonte: (Ramalho, 2013).

O trem de pavimentação em betão de cimento permite a aplicação de betão de cimento na construção de pavimentos rígidos. A sua capacidade de produção é limitada pelo número de moldes fixos VAS 512 e pela pavimentadora TITTAN 410S que lhe está associada. Foi determinado que, seguindo as boas práticas da arte, é possível pavimentar 1000 m<sup>2</sup> (faixa de 200m x 5m) por sequência construtiva, isto é, por jorna (SEA, 2015). Sabendo que este tipo de pavimento aeronáutico tem uma espessura de 30 centímetros, são necessários 300 m<sup>3</sup> de betão para completar uma faixa de 1000 m<sup>2</sup>, o que implica que uma central deve ter uma produção horária, de pelo menos, 60 m<sup>3</sup>/h para que se possa pavimentar esta área em cerca de cinco horas, ficando o resto do tempo da jorna disponível para proceder ao corte das juntas de retração do betão.





A tipologia do trem de pavimentação de betão de cimento permite produzir 1000 m<sup>2</sup> de pavimento rígido por jorna, necessitando para tal ser alimentado com 300 m<sup>3</sup> de betão. Estes valores são baseados nos trabalhos efetuados pela equipe de pavimentação em betão de cimento, em condições de exploração completa do potencial do trem.



**Figura 3 - Trem de pavimentação em betão de cimento**

Fonte: Arquivo fotográfico (SEA, 2020).

O trem de pavimentação em betão betuminoso permite a aplicação de massas betuminosas na construção de pavimentos flexíveis. A sua capacidade de produção é limitada pelo número de cilindros de compactação e pela espalhadora VÖGELE Super 1800 tipo 6-68. Foi determinado que, seguindo as boas práticas da arte, é possível pavimentar 4000 m<sup>2</sup> (faixa de 800m x 5m) por jorna (SEA, 2015). Para construir uma faixa de 0,07m de espessura, com área de 4000 m<sup>2</sup> são necessários 280 m<sup>3</sup> de massas, o que equivale a cerca de 600 toneladas de massas betuminosas por jorna, o que implica uma produção horária da ordem das 120 ton/h, de modo a pavimentar em cerca de cinco horas, ficando o resto da jorna para aplicação da rega de colagem no início da pavimentação e cilindrar o material após aplicação.

A tipologia do trem de pavimentação de betão betuminoso permite produzir 4000 m<sup>2</sup> de pavimento rígido por jorna, necessitando para tal ser alimentado com 600 ton de massas betuminosas. Estes valores são baseados nos trabalhos efetuados pela equipe de pavimentação em betuminoso, em condições de exploração completa do potencial do trem.



**Figura 4 - Trem de pavimentação em betão betuminoso**

Fonte: Arquivo fotográfico (SEA, 2020).

## **2.2. Modelo de análise**

O modelo de análise deriva da revisão da literatura, dando origem ao domínio conceptual e metodológico. Em virtude da revisão literária desenvolvida adotou-se, como modelo de análise, a focalização nas hipóteses levantadas, que se resumem à existência de vantagem económica em pavimentar com recurso a betão produzido em central própria, remetendo para segundo plano os conceitos que visam analisar e validar essas mesmas hipóteses. Posteriormente procedeu-se à análise quantitativa dos dados, com recurso a estatística descritiva, para responder às questões formuladas que contribuem para atingir os objetivos do estudo (Santos, 2019, p. 61 a 63). Da determinação das respostas às questões derivadas e à análise dos resultados obtidos transita-se para a resposta à questão principal, resolvendo o problema da investigação.

### **2.2.1. Quadro de Conceptual**

“Os conceitos ocupam, neste contexto, um lugar de destaque por permitirem estabelecer os alicerces do modelo de análise a adotar/construir” (Santos, 2019, p. 51), ao quadro conceptual estão associados os três conceitos estruturantes apresentados.

Desta forma, foram identificados os seguintes conceitos estruturantes (C):

**C1:** Natureza dos trabalhos de pavimentação;

**C2:** Tipologia dos trens de pavimentação;

**C3:** Características das centrais de produção de betão.

A investigação tem por base um conjunto de conceitos, cujo objetivo é responder às questões colocadas. O conceito C2 está relacionado ao conceito C3 uma vez que os requisitos



que as centrais devem possuir para complementarem os trens estão ligados à capacidade de aplicação dos trens. A relação entre os conceitos C1 e C3 permite determinar a adequação das centrais aos trabalhos desenvolvidos. A relação dos conceitos C1 e C2 determina a adequação dos trens aos trabalhos realizados, interligando assim os três conceitos estruturantes deste estudo.

Ao utilizar estratégias quantitativas, tão próprias ao estudo das ciências e tecnologia, na investigação são definidos indicadores que visam caraterizar os trabalhos quanto à sua dimensão e volumetria.

Os trabalhos dividem-se em três classes, de complexidade técnica e grau de intervenção, os trabalhos de: grande dimensão, média dimensão e pequena dimensão.

Os trabalhos de Grande Dimensão (GD) implicam a construção de um pavimento ou intervenções profundas inseridas no quadro da beneficiação, visam a reposição das condições estruturais e superficiais idênticas às do pavimento novo, resultando no aumento da vida útil da infraestrutura.

Os trabalhos de Média Dimensão (MD) não implicam a construção ou beneficiação, inserindo-se no quadro da reabilitação, não visam o prolongamento de vida útil da infraestrutura, ainda que possam contribuir para tal, repõem as condições estruturais e de superfície aos níveis espectáveis para a fase do ciclo de vida em que se encontram.

São Trabalhos de Pequena Dimensão (PD) aqueles que não se englobam nas classes acima descritas. Compreendem manutenções e reparações que visam garantir as condições mínimas de utilização e a correção de anomalias pontuais.

Os trabalhos dividem-se em duas categorias, quanto ao seu volume, os trabalhos de: grande volumetria e pequena volumetria.

Trabalhos de Grande Volumetria (GV), são aqueles que, pelas quantidades de material a aplicar, justificam a deslocação de uma central de produção de betão para o estaleiro da obra.

Os trabalhos de Pequena Volumetria (PV) são aqueles que, pelas quantidades de material a aplicar, não justificam a deslocação de uma central de produção de betão para o estaleiro da obra, privilegiando-se a aquisição do betão no mercado.

### **2.2.2. Questões de investigação**

A questão principal apresentada na Introdução levou ao estabelecimento das seguintes questões derivadas, como forma de guia para a recolha e seleção de informação pertinente e



ao desenvolvimento da investigação. Foram levantadas três questões derivadas (QD), cujas respostas contribuem para responder à questão principal.

**QD1:** Como se caracterizam os trabalhos realizados pela REA nos últimos nove anos?

**QD2:** Como se caracterizam os equipamentos afetos aos trens de pavimentação existentes na REA?

**QD3:** Que requisitos devem possuir as centrais de produção de betão para cumprir com as necessidades da FAP?

As hipóteses indutivas segundo Vilelas (2009, p. 91) citado em (Santos, 2019) indica que estas “surtem da observação ou reflexão acerca da realidade”, constituindo-se segundo Hout (2002, p. 53) citado em (Santos, 2019, p. 59) como “a resposta temporária, provisória, que o investigador propõe perante uma interrogação formulada a partir de um problema de investigação”. Deste modo foram levantadas três hipóteses:

**H1:** Existência de vantagem económica em produzir betão em central própria, seja na central de betão de cimento ou na de massas betuminosas, face à alternativa de aquisição destes produtos no mercado.

**H2:** Compensa reparar/remodelar as centrais de produção de betão, tanto a de betão de cimento como de massas betuminosas, face ao cenário oposto que é a sua alienação patrimonial.

**H3:** Ocorrência de maior número de trabalhos de pavimentação onde vale a pena deslocar uma central para o efetuar face à opção de comprar o betão no mercado.

As hipóteses levantadas surgem da necessidade de verificar a necessidade de operar as centrais de produção de betão numa ótica de redução de custos e aumento da eficiência dos processos construtivos adotados na REA.



### **3. Metodologia e método**

Na literatura são sugeridas diversas metodologias de condução de um estudo científico, sendo que neste trabalho se optou pelo caso de estudo (Santos, 2019, p. 32 a 40). O trabalho envolveu a recolha e esquematização de dados referentes à problemática da utilização de centrais próprias, para posterior análise quantitativa, e pela realização de questionários aos profissionais que desenvolvem ou desenvolveram trabalho relevante nesta componente tão específica da Engenharia, assumindo-se uma “perspetiva pragmática, através da qual se procura transmitir uma ideia geral do objeto de estudo, do ponto de vista do investigador (Freixo, 2011, p. 111)” (Santos, 2019, p. 37).

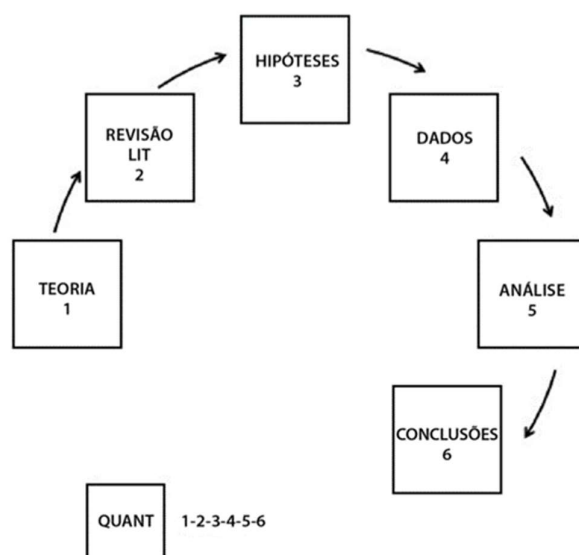
#### **3.1. Metodologia**

Adotou-se a metodologia do estudo de caso (Santos, 2019, p. 36 a 37), onde a revisão da literatura permitiu uma visão holística da problemática desenvolvida. Esta revisão procura validar as hipóteses levantadas, cuja aferição foi efetuada pelas respostas às questões derivadas, as quais originam a resposta à questão principal. Para ligar hipóteses e questões foram definidos objetivos, que pelo tratamento quantitativo dos dados recolhidos, permitiram alcançar as almejadas respostas. Paralelamente foram elaborados questionários aos intervenientes associados à decisão e operação desta capacidade, cujo contributo visa complementar e aferir a validade das hipóteses, contribuindo com observações que serviram de indicadores quanto às modalidades de ação.

Na fase exploratória foram efetuadas as leituras preliminares dos mapas de produção e quantidades dos trabalhos de pavimentação da REA nos últimos nove anos, procedeu-se à análise dos trens de pavimentação e das centrais de produção de betão por intermédio da leitura de relatórios, manuais e documentos internos da DI (Santos, 2019, p. 44 a 45). Esta pesquisa permitiu formular as hipóteses, questões e objetivos, por via do raciocínio indutivo, que serviram de guia à condução do estudo.

Posteriormente, na fase analítica, a investigação assentou na aplicação de métodos quantitativos às variáveis construídas com base na metodologia de estudo (Santos, 2019, p. 27 a 29). A análise dos dados apresentados forneceu fundação sobre a qual assentou a fase conclusiva, com a resposta às questões colocadas por meio da persecução dos objetivos, dando assim origem à formulação dos modelos de ação a adotar.

A estratégia quantitativa de investigação deste trabalho compreende um processo sistemático de recolha de dados observáveis e quantificáveis baseados no histórico de dados das obras de pavimentação realizados nos últimos nove anos. Sob a égide desta estratégia formularam-se as hipóteses prévias, cuja validade se procurou confirmar com o recurso a técnicas de verificação sistemática das grandezas que constituem o corpo de conceitos que sustentam as hipóteses, chegando assim às conclusões da investigação (Santos, 2019, p. 25 a 27).



**Figura 5 - Estratégia de investigação quantitativa**

Fonte: Adaptado a partir de Newman e Benz (1998, p.20) por (Santos, 2019).

A metodologia de investigação deste estudo de caso assentou fortemente na revisão da literatura interna da REA, com especial enfoque nos documentos relacionados com a temática da pavimentação. Desta revisão literária foram recolhidos e analisados os dados, seguindo uma estratégia quantitativa, definiu-se em transversal o horizonte temporal da pesquisa. Levantaram-se as hipóteses por meio do raciocínio indutivo baseado na análise da literatura disponível sobre o tema. Visando a produção de conhecimento neste campo particular da tecnologia, o estudo assume uma filosofia epistemológica, constituindo-se como um Estudo de Caso quanto ao desenho da pesquisa (Santos, 2019, p. 32 a 40).

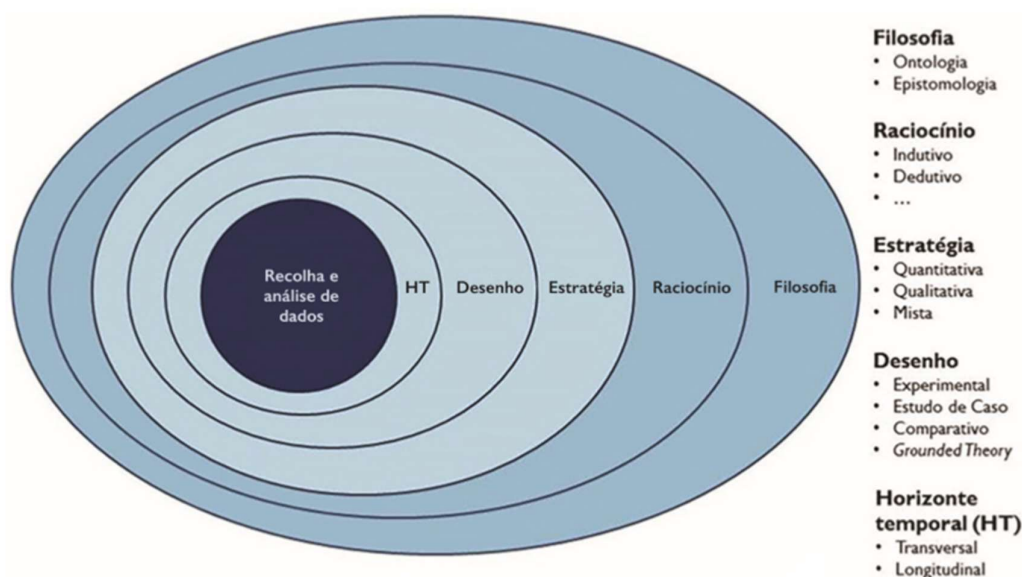


Figura 6 - "Cebola" da Investigação

Fonte: Adaptado a partir de Saunders et al. (2009, p. 108) por (Santos, 2019).

### 3.2. Método

Quanto ao método desenvolvido na realização deste estudo de caso, passou pela revisão da literatura técnica e administrativa da REA, com a subsequente recolha, quantificação e análise dos dados recolhidos. Tendo posteriormente, em com o intuito de perceber toda esta informação sob o ponto de vista dos militares que realizam ou realizaram estas atividades de construção, tendo participado de forma direta ou indireta nos trabalhos coletados, foram aplicados questionários aos mesmos de modo a recolher a sua visão, experiência e sensibilidades numa área tão específica da construção. Tal análise revestiu-se de enorme relevo para a determinação das modalidades de ação a adotar no intuito da otimização desta capacidade da FAP.

#### 3.2.1. Os participantes da pesquisa

Os participantes da pesquisa constituem a amostra investigada, determinou-se o tipo de amostra não-probabilística ou empírica. “As técnicas de amostragem seguidas para a obtenção deste tipo de amostras não se socorrem, normalmente, de ferramentas estatísticas, mas sim do juízo do investigador” (Santos, 2019, p. 69).

Foram, portanto, constituintes da amostra os Engenheiros de Aeródromos (ENGAED), como decisores e técnicos superiores de Engenharia com a função de planificar, coordenar e controlar os trabalhos de pavimentação. Contou-se também com o contributo dos militares





da especialidade de Construção e Manutenção de Infraestruturas (CMI), como responsáveis por dirigir os trabalhos de pavimentação e operarem as centrais de produção de betão.

### **3.2.2. Os instrumentos de recolha e seleção de dados**

O percurso de investigação escolhido pressupõe a recolha de dados, definido o tipo de amostra representativo dos intervenientes, aplicaram-se questionários com perguntas de resposta fechada, que possibilitam o tratamento estatístico, com campos para inserção de comentários que visam consubstanciar as modalidades de ação propostas de otimização do uso das centrais de produção de betão nas obras de pavimentação da FAP (Santos, 2019, p. 95 a 100).

### **3.2.3. As técnicas de tratamento quantitativo dos dados**

Os dados foram tratados recorrendo a técnicas quantitativas (Santos, 2019, p. 105 a 112) com a predominância de estatística descritiva (Santos, 2019, p. 107), tanto os referentes aos trabalhos de pavimentação em betão de cimento e betão betuminoso, como os obtidos pela aplicação dos questionários. A escala de Likert que pautou as questões de resposta fechada foi tratada mediante um sistema que visa avaliar o grau de concordância com as afirmações feitas de modo a obter-se uma percentagem de concordância do conjunto de respostas dadas pelos questionados a uma questão. Este método permite extrair indicações dos modelos de ação a adotar, que complementado com os comentários inseridos pelos intervenientes, criando uma visão o mais objetiva possível de um problema complexo.





#### **4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados**

Este estudo desenvolveu-se segundo dois vetores, um que aponta para a análise dos dados recolhidos durante a revisão da literatura e outro apontando para os resultados obtidos da aplicação dos questionários aos participantes da pesquisa.

##### **4.1. Apresentação e análise de dados dos trabalhos**

A realização deste trabalho implicou a análise dos dados existentes na REA, fruto da revisão da literatura, assim foi necessário criar indicadores, parametrizando-os, de modo a melhor interpretar os dados em bruto que foram recolhidos, possibilitando uma análise posterior inteligível. Nesta linha foram desenvolvidos conceitos, como o de volumetria, que dependendo das quantidades têm relação direta com a determinação dos modelos de ação a adotar, nomeadamente com a aquisição de betão no mercado ou a sua produção em central própria. A volumetria dos trabalhos foi determinada com base nos dados referentes aos custos dos materiais no mercado e custos de produção de betão em central própria de modo a definir o volume a partir do qual se torna economicamente vantajoso produzir o betão em central própria. Considerou-se também o custo de deslocação de uma central de produção de betão do local onde está montada para o local da obra a realizar, este custo inclui a desmontagem, transporte e montagem no destino final. O custo adotado foi o determinado na deslocação da central ARCEN, em 2014, da BA11 para a BA5, que se cifra em 3.000,00€, este valor é considerado a referência para o custo de deslocação de ambas as centrais pois ambas são móveis, podendo grande parte dos seus componentes ser rebocados, uma vez que possuem rodas e chassis, sendo que os módulos restantes são carregáveis em plataforma.

Para se produzir um metro cúbico de betão de cimento, na central ARCEN, recorreu-se à formulação determinada pelo Laboratório de Solos e Pavimentos (LSP) e às tabelas de custos dos materiais de construção da Esquadra de Engenharia e Apoio Militar (EEAM), anteriormente designada de Seção de Engenharia de Aeródromos (SEA). Determinou-se que o custo de produção do betão de cimento na central ARCEN é de 39,26 €/m<sup>3</sup>. Sabendo que o custo de aquisição do betão de cimento equivalente no mercado, o C30/37, é de 113,93 €/m<sup>3</sup>, podemos determinar o valor que separa os trabalhos de grande volumetria dos de pequena volumetria, este valor foi calculado em 41 m<sup>3</sup>.



**Tabela I - Custo dos materiais de 1 m<sup>3</sup> de betão de cimento**

Produzido na central ARCEN		
Composição de 1 m <sup>3</sup>		Custo (€)
Cimento	320 kg	25,76
Água	152 litros	0,21
Areia lavada	704 kg	5,53
Brita 1	303 kg	1,72
Brita 2	420 kg	2,39
Brita 3	511 kg	2,90
Custo materiais (€/m <sup>3</sup> )		<b>38,51</b>

Fonte: Adaptado de (LSP, 2014).

**Tabela II - Custo da energia de produção de 1 m<sup>3</sup> de betão de cimento**

Custo da energia 1 m <sup>3</sup> de betão na ARCEN (gerador consome 30L/h de gasóleo) produção média de 60 m <sup>3</sup> /h	
Jorna de 300 m <sup>3</sup> (horas)	5
Gasóleo por jorna (L)	150
Custo gasóleo por jorna (€)	225
Custo gasóleo (€/m <sup>3</sup> )	<b>0,75</b>

Fonte: Adaptado de (SEA, 2015).

**Tabela III - Custos adicionais a considerar na central ARCEN**

Custos adicionais a considerar na produção de betão na ARCEN em €	
Custo da desmontagem, transporte e montagem, da central da BA11 para a BA5 em 2014	3000
Custo estimando da reparação a efetuar na central ARCEN	4500

Fonte: Adaptado de (SEA, 2015).

Para se produzir uma tonelada de massas betuminosas, na central ERMONT, recorreu-se à formulação determinada pelo LSP e às tabelas de custos dos materiais de construção da EEAM. Determinou-se que o custo de produção das massas betuminosas na central ERMONT é de 31,27 €/ton. Como o custo de aquisição das massas betuminosas equivalentes no mercado, AC14 Surf 50/70, é de 44,74 €/m<sup>3</sup>, podemos determinar o valor que separa os trabalhos de grande volumetria dos de pequena volumetria, tendo este valor sido calculado em 323 ton para trabalhos em que seja necessário deslocar a central para o local da obra.



**Tabela IV - Custo dos materiais de 1 ton de betão betuminoso**

Produzido na central ERMONT		
Composição de 1 ton		Custo (€)
Betume 50/70	20,5 Kg	11,04
Brita 1	586,9 kg	3,33
Brita 2	50,5 kg	0,29
Pó-de-pedra	342,2 kg	1,98
Custo materiais (€/ton)		<b>16,65</b>

Fonte: Adaptado de (LSP, 2006).

**Tabela V - Custo da energia de produção de 1 ton de betão betuminoso**

Custo da energia 1 ton de massas na ERMONT (gerador que consome 30L/h de gasóleo) produção média de 120 ton/h	
Jorna de 600 ton (horas)	5
Gasóleo por jorna (L)	150
Custo gasóleo por jorna (€)	225
Custo do gasóleo do gerador (€/ton)	0,38
Gasóleo do forno (L/ton)	9,5
Custo do gasóleo do forno (€/ton)	14,25
Custo gasóleo (€/ton)	<b>14,63</b>

Fonte: Adaptado de (SEA, 2017).

**Tabela VI - Custos adicionais a considerar na central ERMONT**

Custos a considerar na produção de massas betuminosas	
Custo do aquecimento do betume no arranque (€)	
Consome 750 a 900 L por aquecimento	900
	Custo de 900 L (€) <b>1350</b>
Custos adicionais a considerar em €	
Custo estimando da desmontagem, transporte e montagem da central da BA11 para a BA6	3000
Custo estimando da reparação da ERMONT	78192

Fonte: Adaptado de (SEA, 2017).

A discussão dos resultados é feita em duas partes, uma para cada tipo de pavimento a ser executado, nomeadamente em betão de cimento ou em betão betuminoso.

O estudo das obras de pavimentos rígidos revela que em qualquer obra de pavimentação em betão de cimento existe vantagem económica em utilizar a central ARCEN. No caso desta ter de ser deslocada para o local da obra, é vantajosa a sua utilização sempre que as quantidades a produzir sejam superiores a 41 m<sup>3</sup> de modo a amortizar o custo da deslocação da central.



Conclui-se ainda que para uma obra, ou conjunto de obras, cuja quantidade a produzir seja superior a 61 m<sup>3</sup> compensa reparar e deslocar a central de produção ARCEN.

**Quadro 1 - Caracterização dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos**

Pavimentos Rígidos (R) - Caracterização dos 9 anos										
Ano	Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
		m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
2011	3	392	2520	3	0	0	3	0	0	3
2014	1	887	2526,3	1	0	0	1	0	1	0
2015	4	3533,8	10095,2	4	0	0	4	0	4	0
Total	8	4812,8	15141,5	8	0	0	8	0	5	3

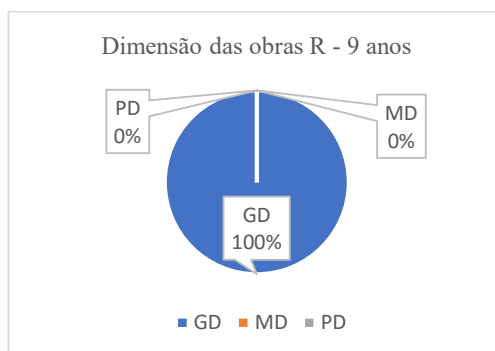
Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

**Quadro 2 - Resumo dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos**

Pavimentos Rígidos - 9 anos						
Dimensão			Volumetria		Central	
GD	MD	PD	GV	PV	P	E
8	0	0	8	0	5	3

Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

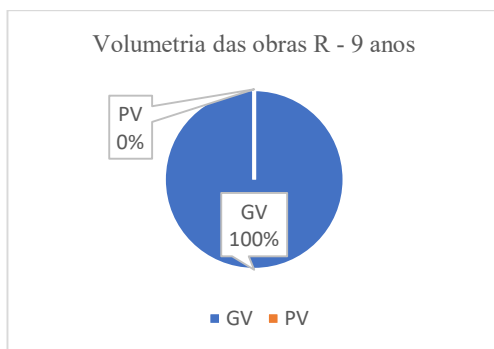
**Gráfico 1 - Dimensão dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos**



Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

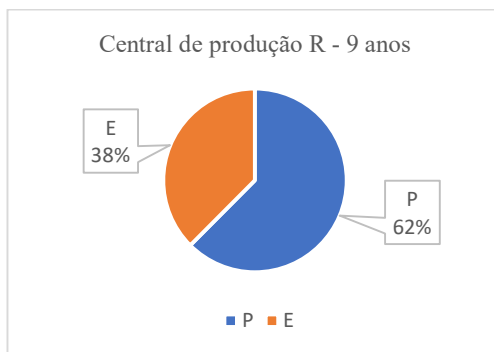


**Gráfico 2 - Volumetria dos pavimentos rígidos efetuados em 9 anos**



Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

**Gráfico 3 - Produção de betão de cimento em 9 anos**



Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

O estudo das obras de pavimentos flexíveis revela que existe vantagem económica em produzir as massas betuminosas na central ERMONT sempre que a quantidade a produzir seja superior a 101 toneladas, contudo se for necessário deslocar a central para o local da obra só é vantajosa a sua utilização para quantidades a produzir superiores a 323 toneladas, note-se que estes custos foram calculados tendo por base o valor do gasóleo de 1,50€/L, este item possui enorme expressão no custo final das massas betuminosas. Como curiosidade podemos indicar que para um custo do gasóleo de 1,30€/L, que é aquele ao qual se encontra neste momento, os valores mudam bastante, ficando em 76 toneladas o valor a partir do qual compensa produzir as massas em central própria e em 271 toneladas caso seja ainda necessário deslocá-la para o local da obra a realizar, uma vez que o custo das massas passa a ser de 29,32 €/ton.



**Quadro 3 - Caracterização dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos**

Pavimentos Flexíveis (F) - Caracterização dos 9 anos										
Ano	Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
		ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
2011	17	3007	17918	5	4	8	3	14	15	2
2012	11	2792,3	15144	5	6	0	3	8	7	4
2013	9	1655,3	7809	4	3	2	2	7	7	2
2014	2	682	3800	2	0	0	1	1	2	0
2015	6	10159,7	65137	5	1	0	2	4	0	6
2016	5	2363	12484	3	2	0	2	3	0	5
2017	2	991	5782	2	0	0	2	0	2	0
2018	2	632	4590	0	2	0	1	1	2	0
Total	54	22282,3	132664	26	18	10	16	38	35	19

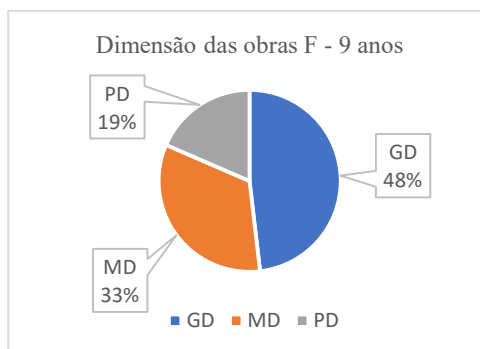
Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

**Quadro 4 - Resumo dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos**

Pavimentos Flexíveis - 9 anos						
Dimensão			Volumetria		Central	
GD	MD	PD	GV	PV	P	E
26	18	10	16	38	35	19

Fonte: Adaptado de (SEA; 2011 a 2019).

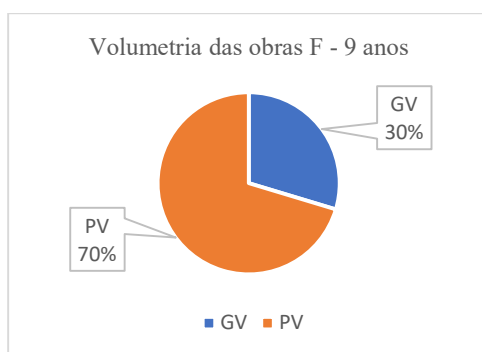
**Gráfico 4 - Dimensão dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos**



Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

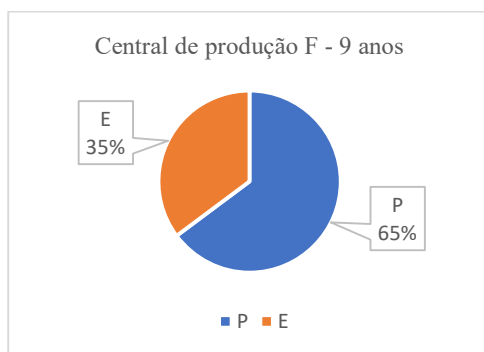


**Gráfico 5 - Volumetria dos pavimentos flexíveis efetuados em 9 anos**



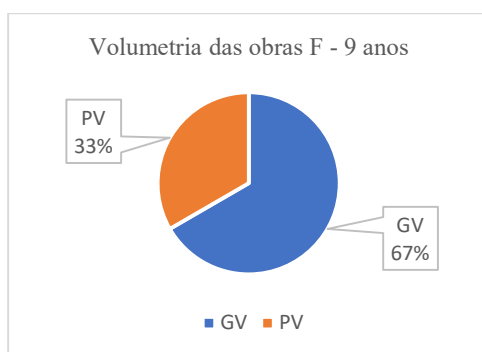
Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

**Gráfico 6 - Produção de massas betuminosas em 9 anos**



Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

Note-se que estes 30%, que temos no gráfico 5, correspondem a obras onde seja necessário deslocar a central para efetuar os trabalhos, por seu lado se esta já se encontrar na unidade onde os trabalhos se vão realizar, a linha que separa a grande volumetria da pequena muda de 323 ton para 101 ton, o que corresponde a 67% dos trabalhos efetuados se considerarmos os quadros 7, 11, 14, 17, 21, 25, 28 e 31, referentes aos anos analisados. Note-se que 67% de trabalhos de grande volumetria é uma inversão completa da tendência, o que já remete para uma situação bastante diferente, como se pode verificar no Gráfico 7. Deste modo agendar os trabalhos de modo a completar a totalidade dos trabalhos enquanto a central ERMONT se encontra naquela unidade permite rentabilizar este recurso de uma forma bastante mais eficiente.

**Gráfico 7 - Volumetria dos pavimentos flexíveis sem deslocação da central**

Fonte: Adaptado de (SEA, 2011 a 2019).

#### **4.2. Apresentação e análise de dados dos questionários**

Os questionários aplicados no âmbito deste estudo forneceram de um conjunto de respostas que vêm elucidar e concorrer para a confirmação dos resultados derivados da análise dos dados recolhidos durante a pesquisa da literatura. Para cada uma das 24 questões efetuadas são apresentadas figuras com a distribuição estatística retirada do Google Forms, com imagens adicionais do campo destinado à inserção de comentários, sempre que estes tenham sido endossados. Dos 18 militares identificados para participar neste estudo de caso, obtiveram-se 13 respostas completas ao questionário.

Dos questionários efetuados aos militares das especialidades ENGAED, TMI e CMI, salienta-se os resultados obtidos para os três aglomerados distintos de questões, que visam a atividade de pavimentação na FAP em geral, a pavimentação em betão de cimento e a central ARCEN, e a pavimentação em betão betuminoso e a central ERMONT. Cada um destes aglomerados tende a definir perceções e experiências que contribuem para a panorâmica do objeto de estudo, fornecendo material indicador dos modelos de ação a adotar.

As primeiras seis questões visam determinar o grau de importância dado à pavimentação na Engenharia de Aeródromos, a necessidade de manter esta capacidade na Força Aérea bem como o pessoal especializado para tal, especificando a dimensão de trabalhos para os quais é essencial garantir capacidade instalada na FAP para os executar. Assim, da análise das respostas às questões fechadas, podemos concluir que existe uma concordância de 96% quanto à afirmação de a pavimentação ser uma componente fulcral da engenharia na FAP.

Verificou-se uma concordância de 100% quanto à importância de manter esta capacidade e pessoal especializado para a realização destes trabalhos.





Temos ainda concordância de 83% quanto à questão de estes trabalhos serem realizados por pessoal da FAP.

Quanto à afirmação dos trabalhos de pavimentação serem efetuados por pessoal especializado da FAP obteve-se uma concordância de 78% para os trabalhos de grande dimensão, de 85% para os trabalhos de média dimensão e 88% para os de pequena dimensão.

As questões 7 à 15 concernem à pavimentação em betão de cimento, onde se obteve uma concordância de 81% quanto à sua realização com recurso a central de produção de betão própria.

Registou-se uma concordância de 85% à afirmação de que ter e operar uma central de produção para efetuar pavimentos rígidos é vantajoso para o garante desta capacidade na FAP.

Quanto à viabilidade de realizar estes trabalhos recorrendo apenas à aquisição de betão no mercado verificou-se uma discordância de 50% dos participantes.

Verificou-se uma concordância de 50% quanto ao impacto direto nos prazos de execução das obras no caso de se adquirir o betão no mercado.

Um dado importante é a concordância de 85% quanto aos custos de um pavimento baixarem se o betão for produzido em central própria.

A afirmação de que a central ARCEN satisfaz as necessidades associadas aos trabalhos de pavimentação em betão de cimento teve uma concordância de 73%, sendo que se obteve uma concordância de 71% quanto à sua adequabilidade às obras desenvolvidas nos últimos nove anos.

A viabilidade da reparação da central ARCEN teve uma concordância de 73%, tendo-se ainda obtido uma discordância de 75% quanto à necessidade da sua substituição por uma central de betão nova.

Nas questões 16 a 24 verificou-se que a afirmação de que os trabalhos de pavimentação em betão betuminoso devem ser efetuados com recurso a central própria teve uma concordância de 65%.

O conceito de que ter e operar uma central de produção de massas betuminosas é vantajoso para o garante da capacidade de efetuar pavimentos flexíveis na FAP teve uma concordância de 73%. A viabilidade da realização destes trabalhos recorrendo apenas à aquisição de massas no mercado teve uma concordância de 61%. Contudo registou-se uma concordância de 75% na afirmação de que se verifica impacto direto nos prazos de execução das obras em betuminoso se as massas forem adquiridas no mercado.



Obeve-se uma concordância de 65% em como os custos de um pavimento flexível baixam se as massas forem produzidas em central própria.

Quanto à central ERMONT satisfazer as necessidades associadas aos trabalhos de pavimentação obteve-se uma discordância de 67%, registou-se ainda uma discordância de 83% quanto à adequabilidade da central ERMONT em relação aos trabalhos desenvolvidos nos últimos nove anos. Contudo temos uma concordância de 50% relativamente à viabilidade da reabilitação da central ERMONT pelo custo apresentado neste estudo.

A afirmação de se considerar necessária a aquisição de uma nova central de produção de massas betuminosas teve uma concordância de 75%.

#### **4.3. Validação das hipóteses levantadas**

No início deste trabalho foram levantadas três hipóteses, cuja validação se procurou verificar durante a realização deste estudo de caso. Observando as hipóteses individualmente podemos proceder à verificação da sua validação e enumeração das ressalvas à sua validade para cada uma das centrais de produção, ARCEN e ERMONT, que a FAP possui.

A hipótese H1, que sugere a existência de vantagem económica na produção, tanto de betão de cimento como betuminoso, em central própria face à alternativa de aquisição no mercado, foi verificada para ambos os tipos de trabalhos de pavimentação, tanto rígidos como flexíveis, e em ambas as centrais de produção que a FAP possui. De salientar que existe uma condição, ou ressalva, à validade desta hipótese para a central ERMONT, só se verificando a sua validade para uma produção igual ou superior a 101 toneladas de massas betuminosas, valores abaixo deste apontam para a existência de vantagem económica em adquirir o material no mercado.

A hipótese H2, sugere que compensa repara ou remodelar as centrais de produção de betão também se verificou, com as devidas ressalvas para cada uma das centrais, como se pode constatar da observação dos resultados obtidos no estudo.

A manutenção da central ARCEN fica paga ao fim de serem produzidos 61 m<sup>3</sup> de betão de cimento, isto corresponde a 1,27% da quantidade aplicada nos últimos nove anos pela REA em pavimentos rígidos, que foi de 4812,8 m<sup>3</sup>.

A reabilitação da central ERMONT fica paga ao fim de serem produzidas 5906 ton de massas betuminosas, o que corresponde a 26,51% da quantidade aplicada nos últimos nove anos pela REA em pavimentos flexíveis, que foi de 22.282,3 ton.



A hipótese H3, que sugere a existência de maior número de trabalhos em que compensa deslocar uma central de produção de betão face à alternativa de aquisição do betão no mercado também se verifica. Esta hipótese é validada para os trabalhos que se caracterizam como trabalhos de grande volumetria, nos nove anos analisados temos 100% de trabalhos de grande volumetria em pavimento rígido e 30% de trabalhos de grande volumetria em pavimentos flexíveis, o que valida a hipótese levantada para a central ARCEN mas não o faz para a central ERMONT.

#### **4.4. As respostas às questões derivadas e principal**

A metodologia adotada neste estudo originou três questões derivadas, cujas respostas são apresentadas em seguida para cada uma delas.

A questão derivada 1 (QD1) pergunta pela caracterização dos trabalhos realizados pela REA nos últimos nove anos, a resposta a esta pergunta passa pela elaboração dos quadros relativos à identificação, classificação e caracterização dos trabalhos mencionados, esta resposta é dada do Apêndices A ao H, para cada ano e compilados no Apêndice I para a média dos nove anos analisados.

A questão derivada 2 (QD2) indaga quais as características dos equipamentos afetos aos trens de pavimentação existentes na REA. Note-se que esta caracterização incide naquelas características que têm expressão direta nos valores de produção do trem, isto é, na sua capacidade de aplicação de material. Deriva da pesquisa da literatura efetuada, tendo-se obtido o valor de referência de capacidade de produção por jorna de 300 m<sup>3</sup> de betão de cimento, e de 600 ton de massas betuminosas. São estes os valores que servem de referência à determinação das necessidades de produção das centrais para alimentarem as pavimentadoras afetas aos trens.

A questão derivada 3 (QD3) pergunta quais os requisitos que uma central de produção de betão deve ter de modo a cumprir com as necessidades da FAP, ora as necessidades estão diretamente relacionadas à capacidade de aplicação do material, por jorna, de modo a tirar o máximo rendimento destes trens, desta forma estipulam-se os requisitos das centrais segundo a capacidade dos trens, em 60 m<sup>3</sup>/h para a central de produção de betão de cimento e 120 ton/h para a central de produção de massas betuminosas. A central ARCEN tem uma capacidade de produção de 85 a 90 m<sup>3</sup>/h e a central de produção ERMONT tem uma capacidade de produção da ordem das 150 ton/h.



Como questão principal temos a pergunta de como se poderá otimizar o uso das centrais de betão na FAP, por definição a resposta à questão principal é encontrada por meio das respostas às questões derivadas, assim podemos responder que os trens de pavimentação da REA são perfeitamente capazes de responder aos trabalhos solicitados e que as características que as centrais devem garantir para complementar o sistema de pavimentação são dependentes da capacidade dos trens de pavimentação, de modo a assegurar o máximo rendimento dos equipamentos de pavimentação. Com base no acima exposto refere-se que as centrais de produção de betão ERMONT e ARCEN cumprem com os requisitos necessários, segundo a tipologia de trabalhos efetuados e os trens que os realizam. A forma de otimizar esta capacidade passa por garantir que todos os componentes que fazem este sistema estejam operativos e em boas condições, uma vez que esta condição seja atingida resta selecionar as modalidades de ação que melhor se adequem a cada obra, nomeadamente se estamos perante um trabalho em que compensa deslocar uma central, produzindo com ela o betão ou se é mais vantajoso adquirir o betão no mercado. Em qualquer caso a volumetria dos trabalhos é sempre um fator decisivo, bem como a disponibilidade e operacionalidade das centrais de produção para uma determinada obra.



## 5. Conclusões

Neste capítulo vão ser analisados os resultados obtidos nos questionários, bem como a sua afinidade com os resultados provenientes da revisão da literatura e do estudo dos trabalhos de pavimentação desenvolvidos pela REA. Posteriormente são indicados modelos de ação a adotar que visem a otimização do uso das centrais de produção de betão na FAP.

O tema escolhido para este trabalho espelha acima de tudo o objetivo desta investigação. Como pano de fundo desta investigação temos os trabalhos de pavimentação, tanto em betão como em betuminoso, necessários para dotar a FAP de infraestruturas horizontais, aeronáuticas e rodoviárias, que lhe permitem desempenhar a sua missão. No âmbito da pavimentação, a FAP, possui duas centrais de produção de betão que servem para fabricar o material a aplicar pelas espalhadoras e respetivos trens de pavimentação nos dois tipos de pavimento existentes, o rígido e o flexível. Para que se possa otimizar esta capacidade urge compreender as suas potencialidades e adequabilidade aos trabalhos desenvolvidos, com este fim se desenvolveu este estudo de caso, dando especial ênfase aos modelos de ação a adotar.

A DI tem ao seu encargo uma vasta área de pavimentos que necessitam de intervenções que garantam a sua funcionalidade, este desiderato obriga ao cumprimento de uma missão vasta e complexa, onde os recursos materiais, financeiros e humanos escasseiam, sendo por isso de vital importância utilizar e gerir os meios disponíveis da forma mais inteligente e racional possível.

O procedimento metodológico seguido assentou numa filosofia epistemológica, desenvolvida em torno de um raciocínio indutivo, que recorrendo a uma estratégia quantitativa e adotando um desenho de estudo de caso, seguiu um horizonte temporal transversal. Desta forma procedeu-se à teorização da temática em estudo, onde se desenvolveu um quadro conceptual assente em três conceitos estruturantes, o que permitiu formular o objetivo geral, que se constituiu na proposta de modelos para a otimização do uso das centrais de betão da FAP, conduzindo a revisão da literatura, que por sua vez originou o levantamento de três hipóteses.

As hipóteses levantadas guiaram a recolha de dados relativos aos trabalhos de pavimentação realizados pela REA, nos últimos nove anos, tendo ainda contribuído, juntamente com os objetivos específicos desenvolvidos durante a revisão da literatura, para a construção das perguntas de respostas fechada que se aplicaram nos questionários baseados no modelo da Escala de Likert, aos participantes da pesquisa.



Finda a fase de tratamento quantitativo dos dados recolhidos, foi então possível proceder à análise que veio responder às questões derivadas. Note-se que este processo foi desenvolvido em paralelo para as duas centrais de produção de betão que a FAP possui, a de betão de cimento e a de betão betuminoso. Desta análise foram retiradas as conclusões que se viriam a traduzir na resposta à questão principal consumando assim a meta final deste estudo ao alcançar o seu objetivo geral.

Os resultados obtidos nesta investigação apontam para soluções que viabilizem a utilização das centrais de produção de betão existentes na FAP, sempre que as quantidades a produzir correspondam aos valores determinados neste estudo, o que garante por si só a sua rentabilidade económica.

Da caracterização dos trabalhos efetuados pela REA nos últimos nove anos conclui-se que é necessário proceder à avaliação separada dos dois tipos de pavimentos, consequentemente associados a dois tipos distintos de central de produção de betão.

Avaliam-se ainda os resultados obtidos da aplicação dos questionários, de onde se extraíram importantes considerações a agregar a este estudo de caso.

Os questionários indicam de uma forma genérica que a pavimentação é uma atividade fulcral da engenharia que deve ser executada por pessoal especializado da FAP e com recurso a meios próprios, como garante da continuidade desta capacidade, independentemente da dimensão dos trabalhos.

Quanto aos pavimentos em betão de cimento verificou-se que todas as obras efetuadas foram caracterizadas em trabalhos de grande volumetria, ou seja, em todos eles compensa efetuar a deslocação da central ARCEN para produzir o betão, como se pode constatar no Gráfico 2. Estes foram trabalhos de grande dimensão para a totalidade das obras analisadas, como representado no Gráfico 1.

Como se pode observar no Gráfico 3, apenas 62% das obras tiveram o seu betão produzido na central ARCEN, denominada de central própria, o que contradiz os resultados deste estudo, segundo o qual todos os trabalhos deveriam ter sido efetuados com recurso a central própria, visto ter sido determinado no capítulo 4 que havia vantagem económica em fazê-lo. O motivo de tal fato poderá prender-se com a localização das obras, pois para os trabalhos efetuados no AM1 e na BA1 o betão foi adquirido no mercado, e a central encontrava-se na BA11, o que aponta para a possibilidade de revisão desta estratégia de gestão de obra.



No caso dos pavimentos em betão betuminoso registou-se, ao longo do período avaliado, uma maior heterogeneidade de trabalhos, tanto na sua dimensão como na sua volumetria. Temos o Gráfico 4 que indica as percentagens das diferentes dimensões dos trabalhos e o Gráfico 5 que indica as percentagens das respetivas volumetrias. Neste caso salienta-se que nos trabalhos de pequena dimensão, que se constituíram de reparações pontuais ou de reduzida extensão, é sem dúvida mais vantajoso adquirir as massas betuminosas no mercado pois para além de se poupar custos também se verifica um ganho substancial em tempo, uma vez que não há necessidade de deslocar a central, apenas se necessita deslocar o trem de pavimentação, o que é muito mais simples, rápido e económico. Estes trabalhos representaram 19% dos trabalhos efetuados ao longo dos nove anos analisados.

Quanto aos trabalhos de média dimensão, cuja expressão no espaço amostral considerado é de 33%, estes são trabalhos que podem, consoante a sua volumetria, justificar a utilização da central ERMONT, e aqui temos a situação de ser necessário deslocar a central ou não, isto é, se a central já se encontrar na unidade onde se pretende efetuar os trabalhos existe uma poupança no valor de deslocação da central e no tempo de início da obra, pois apenas se necessita de dois dias para aquecimento do betume de modo a produzir as massas betuminosas. O mesmo se passa para os trabalhos de grande dimensão, cuja percentagem é de 48%, que dependendo da sua volumetria podem justificar a utilização da central ERMONT, o que se verifica na maioria dos casos analisados.

O caso dos pavimentos flexíveis é menos óbvio de analisar que o dos rígidos. Neste tipo de pavimento os trabalhos de grande volumetria são apenas 30% do total efetuado em nove anos, o que nos leva a questionar a continuidade da central ERMONT, especialmente tendo em consideração os valores associados à sua beneficiação.

Os modelos de ação a adotar serão descritos em duas vertentes, uma para o betão de cimento outra para o betuminoso, que espelham as opções existentes à luz dos resultados obtidos na investigação. Cada situação descrita, é baseada nos resultados obtidos, considerando o fator tempo e as necessidades de planeamento integrado dos trabalhos com a implementação das soluções a adotar propostas.

A central ARCEN apresentou, à luz dos resultados obtidos nesta investigação, razões que consubstanciam a sua continuação em serviço no dispositivo de meios de construção ao dispor da DI, de modo que a sua alienação não é aconselhada neste estudo. Sobra uma alternativa que passa pela sua reparação/manutenção a efetuar quando haja necessidade da



sua utilização segundo o preconizado no Relatório de Manutenção da SMVEA (Silva, 2014). Neste caso há que ter em conta o tempo necessário para efetuar as reparações e manutenções necessárias ao seu bom funcionamento. Caso se opte pela sua reparação imediata, a central deve ser guardada em uma Unidade onde as condições climatéricas sejam mais benevolentes ou onde se consiga guardar os seus componentes em armazém ou local coberto, de modo a preservar os mesmos.

Os questionários revelam que as obras em pavimentos rígidos devem ser executadas com recurso a central própria, pois baixa os custos de produção e o tempo de duração das obras. A necessidade de ter e operar uma central de betão de cimento foi apontada como preferível à aquisição do betão no mercado, sendo que a central ARCEN é adequada aos trabalhos realizados, cumprindo com os requisitos associados a este tipo de equipamento para a FAP, não se revelando, portanto, necessário adquirir uma central nova.

A central ERMONT apresenta anomalias ao nível do seu sistema de automação e controlo que implicam a substituição do mesmo, acresce ainda o fato de estar completamente desatualizado o que inviabiliza a sua simples reparação. A sua reabilitação terá de englobar a beneficiação do sistema supracitado e demais reparações dos sistemas mecânicos identificados no Relatório de Avaliação da REA desta central (Ramalho, 2013). Não obstante o seu estado atual, considera-se que a sua reabilitação permite restituir completamente as suas condições de funcionamento, garantindo ainda a atualização dos seus sistemas elétrico e informático, estendendo a vida útil deste equipamento por largos anos.

Dos questionários conclui-se que os trabalhos devem ser efetuados com recursos a central própria e que ter e operar uma central de produção de betão betuminoso é importante para o garante desta capacidade na FAP. Contudo, apesar de se ter verificado que a possibilidade de adquirir as massas betuminosas no mercado ser viável, isso traz implicação nos prazos de execução das obras, para além de indicar que os custos de um pavimento baixam se o betão for produzido em central própria.

Foi indicado, segundo os questionários, que a central ERMONT não satisfaz as necessidades da FAP, não sendo adequada para os trabalhos realizados nos últimos nove anos, apesar de apontar como viável a sua beneficiação, foi apontado como melhor opção adquirir uma central nova. Contudo, da pesquisa documental realizada, constata-se que a central cumpre com os requisitos de produção necessários para alimentar o trem de pavimentação de betuminoso, sendo que necessita isso sim, de uma intervenção que resolva os problemas que apresenta, nomeadamente a substituição do sistema de controlo e muitos





dos sensores associados ao seu funcionamento, como preconizado na proposta para a sua beneficiação.

Da análise dos dados conclui-se que esta central necessita de uma obra cuja quantidade de material a aplicar seja superior a 5906 toneladas, situação que se verificou em apenas uma das obras realizada ao longo dos nove anos considerados neste estudo, a beneficiação das bermas do caminho de circulação Hotel na BA5, onde foram aplicadas 11.977,7 toneladas de material, ou seja, mais do dobro necessário para amortizar o investimento na central ERMONT. Salienta-se, ainda, que uma obra de grande dimensão como a construção ou recarga de uma pista em betuminoso apenas pode ser efetuada por uma central de produção contínua, como é o caso da ERMONT, e com capacidade de produção da ordem das 600 toneladas por dia, o que inviabiliza a sua substituição por uma central de produção descontínua, como sugerido nos questionários. Por tudo isto aconselha-lhe a beneficiação da central ERMONT, apesar da tendência verificada nos questionários, quando haja uma obra que a tal justifique, pois estando completamente operacional esta central permite efetuar um largo espectro de obras de pavimentos flexíveis requeridas pela FAP, especialmente as de grande dimensão e volumetria, onde a economia é fator determinante.

Apesar da enorme bibliografia existente e produzida na REA, existem lacunas que importa suprir, especialmente na área da gestão operacional das centrais de produção de betão. A inexistência de uma tabela de custos e tempos de deslocação de cada uma das centrais entre as diferentes unidades da FAP com interesse para a atividade de pavimentação constitui-se como uma lacuna detetada neste trabalho. Apesar dos inúmeros dados existentes na REA, a sua correlação e análise não estão integradas de modo a constituir um corpo de lições aprendidas, capaz de gerar um compêndio de práticas a adotar na gestão de obras de pavimentação, o que se traduz numa menor eficiência de gestão destes recursos.

Salienta-se, contudo, que a maior limitação encontrada à realização deste estudo de caso foi a epidemia de COVID-19 que dificultou o acesso a informação, e acima de tudo às pessoas, cujo contributo foi assim bastante mais reduzido e à distância, com as consequências inerentes a esta condição a limitar o desenvolvimento do trabalho.

Este estudo de caso gerou contributos para o conhecimento da matéria versada, com especial incidência na identificação das volumetrias de material a produzir que permitem decidir qual a modalidade de produção a seguir numa determinada obra de pavimentação, nomeadamente a compra do betão ou a sua produção em central própria.



A catalogação das obras realizadas pela REA nos últimos nove anos permite ainda identificar tendências, lacunas e periodicidade das obras sob o ponto de vista da sua dimensão e vertente, ou seja, rodoviárias ou aeroportuárias, bem como as obras de fundo que estão por realizar. Estes temas não são o objeto de estudo deste trabalho, contudo os dados por ele produzidos podem servir de base a outros estudos, constituindo-se, portanto, como contributo para o conhecimento, ainda que de uma forma mais lata, para a construção, reabilitação e manutenção de infraestruturas aeronáuticas e rodoviárias na Força Aérea.

Os estudos futuros de interesse à otimização das centrais de produção de betão, após as conclusões encontradas e limitações identificadas neste trabalho, são a determinação da melhor localização da central de produção de massas betuminosas, de modo a servir o maior número de unidades funcionais da FAP na zona centro, e a determinação do custo de deslocação de ambas as centrais entre as várias Unidades da Força Aérea.



## **Referências bibliográficas**

ARCEN, 2018. *Proposta de Fornecimento N°2018\_01717*, Vila Nova de Gaia: ARCEM, S.A..

Decreto-Lei\_434-M/82, 1982. Lisboa: Conselho da Revolução.

Despacho\_N.º79/2010, 2010. *Organização da Direcção de Infra-Estruturas do Comando da Logística da Força Aérea*. Força Aérea Portuguesa: CEMFA.

Despacho\_N.º83/2010, 2010. *Organização da Direcção de Infra-Estruturas do CLAFA*. Força Aérea Portuguesa: CEMFA.

Gaspar, T., 2011. *Avaliação do Estado de Conservação da Central de Misturas Betuminosas Instalada na BA6*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

LSP, 2006. *Estudo Betumino*, Alverca: Grupo de Engenharia de Aeródromos da Força Aérea.

LSP, 2014. *Estudo da Composição de Betão de Cimento para Central*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

Ramalho, R., 2013. *Situação Operacional da Central de Produção de Massas Betuminosas "ERMONT" e Levantamento de Necessidades para a sua Deslocação*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

Santos, L. & L. J. (., 2019. *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. (2.ª ed., revista e atualizada) ed. Cadernos do IUM, 8. Lisboa: Instituto Universitário Militar.

SEA, 2011. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2012. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2013. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2014. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2015. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2015. *Registos de Produção e Consumo da Central de Betão de Cimento*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.



SEA, 2016. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2017. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2017. *Registos de Produção e Consumo da Central de Betão Betuminoso*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2018. *Mapas de Produção e Quantidades*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SEA, 2020. *Arquivo fotográfico da Seção de Engenharia de Aeródromos*. Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

SIINFRAS, 2020. *MIE - Módulo de Infraestruturas e Equipamentos*, Repartição de Património: Direção de Infraestruturas.

Silva, J. M. V. G. T. T. G. B. J., 2014. *Deslocação à Base Aérea N.º 11, a fim de verificar as condições de funcionamento da central de betão ARCEN, identificar anomalias, proceder a ações de manutenção e reparação. Pretende-se ainda, neste relatório, quantificar os materiais necessários*, Alverca: Repartição de Engenharia de Aeródromos.

**Apêndice A — Tratamento de dados dos trabalhos de 2011****Quadro 5 - Identificação dos trabalhos de 2011**

Trabalhos de pavimentação 2011 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
SP - Setor de Pavimentação				
1	Acesso Placa NATO	F	BA6	jan/11
2	Avenida do Comando	F	CT	fev/11
3	Vala para electricidade	F	BA6	mar/11
4	Valas rede abastecimento água Fase 1	F	BALUM	mar/11
5	Aceso à Portas de Armas	F	CT	mar/11
6	Valas rede abastecimento água Fase 2	F	BALUM	abr/11
7	Parque Estacionamento Hangar Epsilon	F	BA1	mai/11
8	Valas rede abastecimento água Fase 3	F	BALUM	jun/11
9	Valas rede abastecimento água Fase 4	F	BALUM	jul/11
10	Reparação pavimentos rodoviários	F	DGMFA	set/11
11	Execução Arruamentos Internos Fase 1	F	BA6	out/11
12	Valas rede abastecimento água Fase 5	F	BALUM	out/11
13	Parque estacionamento Cinófila	F	BA6	dez/11
14	Acesso Hangar C295 Fase 1	F	BA6	dez/11
STD - Setor de Trabalhos Diversos				
15	Reparações pavimentos rodoviários	F	AM1	jan/11
16	Placa do Epsilon Fase 1	R	BA1	fev/11
17	Placa Frontal Hangar Museu do Ar	R	BA1	mar/11
18	Placa do Epsilon Fase 2	R	BA1	abr/11
19	Reparação de pavimentos rodoviários	F	CFMTFA	jun/11
20	Estrada Placa e Antiga Esquadra Jaguares	F	BA11	set/11

Fonte: Adaptado de (SEA, 2011).

**Quadro 6 - Classificação dos trabalhos de 2011**

Trabalhos de pavimentação 2011 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m <sup>3</sup> / ton	m <sup>2</sup>	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
SP - Setor de Pavimentação							
1	F	697	4600	GD	GV	P	jan/11
2	F	597	2668	MD	GV	P	fev/11
3	F	1,81	7	PD	PV	P	mar/11
4	F	148,9	573	PD	PV	P	mar/11
5	F	132	588	MD	PV	P	mar/11
6	F	28	140	PD	PV	P	abr/11
7	F	217	1240	GD	PV	P	mai/11
8	F	71	290	PD	PV	P	jun/11
9	F	123	780	PD	PV	P	jul/11
10	F	7,34	23	PD	PV	P	set/11
11	F	454	2728	GD	GV	P	out/11
12	F	43	220	PD	PV	P	out/11
13	F	117	570	GD	PV	P	dez/11
14	F	26,7	120	MD	PV	P	dez/11
STD - Setor de Trabalhos Diversos							
15	F	19,9	90	MD	PV	E	jan/11
16	R	239	1700	GD	GV	E	fev/11
17	R	93	580	GD	GV	E	mar/11
18	R	60	240	GD	GV	E	abr/11
19	F	1,3	6	PD	PV	P	jun/11
20	F	322	3275	GD	PV	E	set/11

Fonte: Adaptado de (SEA, 2011).

**Quadro 7 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2011**

Pavimentos Flexíveis (F) 2011 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m <sup>2</sup>	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
17	3007	17918	5	4	8	3	14	15	2

Fonte: Adaptado de (SEA, 2011).

**Quadro 8 - Caracterização dos pavimentos rígidos de 2011**

Pavimentos Rígidos (R) 2011 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
3	392	2520	3	0	0	3	0	0	3

Fonte: Adaptado de (SEA, 2011).

**Apêndice B — Tratamento de dados dos trabalhos de 2012****Quadro 9 – Identificação dos trabalhos de 2012**

Trabalhos de pavimentação 2012 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
SP - Setor de Pavimentação				
1	Execução Arruamentos Internos Fase 2	F	BA6	fev/12
2	Acesso Hangar C295 Fase 2	F	BA6	mar/12
3	Estacionamento Junto ao Muro Gabiões	F	BA1	out/12
4	Estacionamento Edifício I e J	F	EMFA	out/12
5	Placa do PITVAN	F	CFMTFA	nov/12
6	Parque Estacionamento Porta Armas	F	BA6	dez/12
7	Execução Arruamentos Internos Fase 3	F	BA6	dez/12
STD - Setor de Trabalhos Diversos				
8	Bermas de Pavimentos Aeronáuticos	F	AM1	jan/12
9	Placa de Lavagem	F	AM1	jun/12
10	Estrada Periférica e Cinófila Fase 1	F	BA11	nov/12
11	Estrada Periférica e Cinófila Fase 2	F	BA11	dez/12

Fonte: Adaptado de (SEA, 2012).

**Quadro 10 - Classificação dos trabalhos de 2012**

Trabalhos de pavimentação 2012 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
SP - Setor de Pavimentação							
1	F	735	3635	GD	GV	P	fev/12
2	F	106	350	MD	PV	P	mar/12
3	F	79	348	MD	PV	P	out/12
4	F	120	426	MD	PV	P	out/12
5	F	142	472	GD	PV	P	nov/12
6	F	36	160	MD	PV	P	dez/12
7	F	660	3132	GD	GV	P	dez/12
STD - Setor de Trabalhos Diversos							
8	F	68,1	340	MD	PV	E	jan/12
9	F	15,7	81	MD	PV	E	jun/12
10	F	352	2440	GD	PV	E	nov/12
11	F	478,5	3760	GD	GV	E	dez/12

Fonte: Adaptado de (SEA, 2012).



**Quadro 11 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2012**

Pavimentos Flexíveis (F) 2012 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
11	2792,3	15144	5	6	0	3	8	7	4

Fonte: Adaptado de (SEA, 2012).



**Apêndice C — Tratamento de dados dos trabalhos de 2013****Quadro 12 - Identificação dos trabalhos de 2013**

Trabalhos de pavimentação 2013 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
SP - Setor de Pavimentação				
1	Execução Arruamentos Internos Fase 4	F	BA6	mai/13
2	Reparação Taxiway Foxtrot Fase 1	F	BA6	jun/13
3	Porta de Armas	F	CT	jun/13
4	Arruamentos CCSD	F	CT	out/13
5	Parques de Estacionamento	F	EMGFA	nov/13
6	Reparação Taxiway Foxtrot Fase 2	F	BA6	dez/13
7	Execução Arruamentos Internos Fase 5	F	BA6	dez/13
STD - Setor de Trabalhos Diversos				
8	Patrul e Acessos aos Paíóis	F	AM1	out/13
9	Reparações Pavimentos Rodoviários	F	AM1	out/13

Fonte: Adaptado de (SEA, 2013).

**Quadro 13 - Classificação dos trabalhos de 2013**

Trabalhos de pavimentação 2013 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
SP - Setor de Pavimentação							
1	F	621,3	2500	GD	GV	P	mai/13
2	F	12	160	MD	PV	P	jun/13
3	F	8	56	PD	PV	P	jun/13
4	F	111	430	MD	PV	P	out/13
5	F	470	2050	GD	GV	P	nov/13
6	F	3	30	PD	PV	P	dez/13
7	F	281	1630	GD	PV	P	dez/13
STD - Setor de Trabalhos Diversos							
8	F	123	799	GD	PV	E	out/13
9	F	26	154	MD	PV	E	out/13

Fonte: Adaptado de (SEA, 2013).

**Quadro 14 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2013**

Pavimentos Flexíveis (F) 2013 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
9	1655,3	7809	4	3	2	2	7	7	2

Fonte: Adaptado de (SEA, 2013).

**Apêndice D — Tratamento de dados dos trabalhos de 2014****Quadro 15 - Identificação dos trabalhos de 2014**

Trabalhos de pavimentação 2014 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
SP - Setor de Pavimentação				
1	Execução Arruamentos Internos Fase 6	F	BA6	mar/14
2	Execução Arruamentos Internos Fase 7	F	BA6	jun/14
3	Placa de estacionamento Whisky Fase 1	R	BA5	dez/14

Fonte: Adaptado de (SEA, 2014).

**Quadro 16 - Classificação dos trabalhos de 2014**

Trabalhos de pavimentação 2014 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
SP - Setor de Pavimentação							
1	F	220	800	GD	PV	P	mar/14
2	F	462	3000	GD	GV	P	jun/14
3	R	887	2526,3	GD	GV	P	dez/14

Fonte: Adaptado de (SEA, 2014).

**Quadro 17 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2014**

Pavimentos Flexíveis (F) 2014 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
2	682	3800	2	0	0	1	1	2	0

Fonte: Adaptado de (SEA, 2014).

**Quadro 18 - Caracterização dos pavimentos rígidos de 2014**

Pavimentos Rígidos (R) 2014 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	m³	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
1	887	2526,3	1	0	0	1	0	1	0

Fonte: Adaptado de (SEA, 2014).

**Apêndice E — Tratamento de dados dos trabalhos de 2015****Quadro 19 - Identificação dos trabalhos de 2015**

Trabalhos de pavimentação 2015 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
1	Placa de estacionamento Whisky Fase 2	R	BA5	jan/15
2	Placa de estacionamento Whisky Fase 3	R	BA5	fev/15
3	Placa de estacionamento Whisky Fase 4	R	BA5	mar/15
4	Placa de estacionamento Whisky Fase 5	R	BA5	abr/15
5	Beneficiação Taxiway H Regularização Fase 1	F	BA5	set/15
6	Beneficiação Taxiway H Superfície Fase 1	F	BA5	set/15
7	Beneficiação Taxiway H Desgaste Fase 1	F	BA5	out/15
8	Beneficiação Taxiway H Regularização Fase 2	F	BA5	nov/15
9	Beneficiação Taxiway H Superfície Fase 2	F	BA5	nov/15
10	Reparação Acesso entre Placa W e Aprontamento	F	BA5	dez/15

Fonte: Adaptado de (SEA, 2015).

**Quadro 20 - Classificação dos trabalhos de 2015**

Trabalhos de pavimentação 2015 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
1	R	497,8	1322,3	GD	GV	P	jan/15
2	R	884,3	2503,5	GD	GV	P	fev/15
3	R	1294,2	3776,9	GD	GV	P	mar/15
4	R	857,5	2492,5	GD	GV	P	abr/15
5	F	2792,3	15129	GD	GV	E	set/15
6	F	115	815,2	GD	PV	E	set/15
7	F	206,3	3825	GD	PV	E	out/15
8	F	200,2	753	GD	PV	E	nov/15
9	F	6783,9	44194,8	GD	GV	E	nov/15
10	F	62	420	MD	PV	E	dez/15

Fonte: Adaptado de (SEA, 2015).

**Quadro 21 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2015**

Pavimentos Flexíveis (F) 2015 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
6	10159,7	65137	5	1	0	2	4	0	6

Fonte: Adaptado de (SEA, 2015).



**Quadro 22 - Caraterização dos trabalhos de 2015**

Pavimentos Rígidos (R) 2015 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	m³	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
4	3533,8	10095,2	4	0	0	4	0	4	0

Fonte: Adaptado de (SEA, 2015).

**Apêndice F — Tratamento de dados dos trabalhos de 2016****Quadro 23 - Identificação dos trabalhos de 2016**

Trabalhos de pavimentação 2016 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
1	Bermas Taxiway H Fase 1	F	BA5	mar/16
2	Bermas Taxiway H Fase 2	F	BA5	abr/16
3	Bermas Taxiway H Fase 3	F	BA5	mai/16
4	Parque Estacionamento Cinófila Fase 1	F	BA5	jun/16
5	Parque Estacionamento Cinófila Fase 2	F	BA5	jul/16

Fonte: Adaptado de (SEA, 2016).

**Quadro 24 - Classificação dos trabalhos de 2016**

Trabalhos de pavimentação 2016 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
1	F	716	2610	GD	GV	E	mar/16
2	F	1083	6339	GD	GV	E	abr/16
3	F	81	425	GD	PV	E	mai/16
4	F	263	1730	MD	PV	E	jun/16
5	F	220	1380	MD	PV	E	jul/16

Fonte: Adaptado de (SEA, 2016).

**Quadro 25 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2016**

Pavimentos Flexíveis (F) 2016 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
5	2363	12484	3	2	0	2	3	0	5

Fonte: Adaptado de (SEA, 2016).



## Apêndice G — Tratamento de dados dos trabalhos de 2017

**Quadro 26 - Identificação dos trabalhos de 2017**

Trabalhos de pavimentação 2017 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
1	Execução Arruamentos Internos Fase 8	F	BA6	jun/17
2	Execução Arruamentos Internos Fase 9	F	BA6	set/17

Fonte: Adaptado de (SEA, 2017).

**Quadro 27 - Classificação dos trabalhos de 2017**

Trabalhos de pavimentação 2017 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
1	F	543	3082	GD	GV	P	jun/17
2	F	448	2700	GD	GV	P	set/17

Fonte: Adaptado de (SEA, 2017).

**Quadro 28 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2017**

Pavimentos Flexíveis (F) 2017 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
2	991	5782	2	0	0	2	0	2	0

Fonte: Adaptado de (SEA, 2017).



## Apêndice H — Tratamento de dados dos trabalhos de 2018

**Quadro 29 - Identificação dos trabalhos de 2018**

Trabalhos de pavimentação 2018 - Identificação				
Nº catálogo	Título	Tipo Pavimento	Local	Data
		R / F		mês/ano
1	Estrada da Ronda	F	CA	mai/18
2	Estrada da Ronda Parqueamento	F	CA	jun/18

Fonte: Adaptado de (SEA, 2018).

**Quadro 30 - Classificação dos trabalhos de 2018**

Trabalhos de pavimentação 2018 - Classificação							
Nº catálogo	Tipo Pavimento	Quantidades		Caracterização		Central	Data
	R / F	m³ / ton	m²	Dimensão	Volumetria	P / E	mês/ano
1	F	332	2720	MD	GV	P	mai/18
2	F	300	1870	MD	PV	P	jun/18

Fonte: Adaptado de (SEA, 2018).

**Quadro 31 - Caracterização dos pavimentos flexíveis de 2018**

Pavimentos Flexíveis (F) 2018 - Caracterização									
Nº Obras	Quantidades		Dimensão			Volumetria		Central	
	ton	m²	GD	MD	PD	GV	PV	P	E
2	632	4590	0	2	0	1	1	2	0

Fonte: Adaptado de (SEA, 2018).



**Apêndice I — Questionário aplicado aos militares ENGAED, TMI e CMI**

Todas as questões abaixo apresentadas são de resposta fechada, com cinco possibilidades de resposta, que espelham o grau de concordância do entrevistado com a afirmação em causa. As cinco possibilidades de resposta são: Concordo completamente (CC), Concordo (C), Não concordo nem discordo (NCND), Discordo (D) e Discordo completamente (DC). Contudo em todas as questões foi disponibilizado um espaço para comentários de modo a que quem responde ao questionário possa inserir os seus comentários sobre cada uma das afirmações.

- 1) Considero que a pavimentação é uma componente fulcral da Engenharia de Aeródromos na FAP.
- 2) É importante manter a capacidade de pavimentação e pessoal especializado para a execução destes trabalhos na FAP.
- 3) Considero que os trabalhos de pavimentação devem ser efetuados por pessoal especializado da FAP.
- 4) Deve ser a capacidade instalada na FAP a executar os trabalhos de grande dimensão.
- 5) Deve ser a capacidade instalada na FAP a executar os trabalhos de média dimensão.
- 6) Deve ser a capacidade instalada na FAP, a executar os trabalhos de pequena dimensão.
- 7) Os trabalhos de pavimentação em betão de cimento devem ser efetuados com o recurso a central de produção de betão da FAP.
- 8) Ter e operar uma central de produção de betão de cimento, adequada às dimensões e tipologia de trabalhos é vantajoso para o garante da capacidade da pavimentação em betão de cimento da FAP.
- 9) É viável realizar os trabalhos de pavimentação em betão de cimento sem central própria, recorrendo apenas à aquisição de betão de cimento no mercado.
- 10) A aquisição de betão de cimento no mercado tem impacto direto nos prazos de realização dos trabalhos de pavimentação.
- 11) Os custos de um pavimento em betão de cimento baixam se o betão de cimento for fabricado em central própria face à aquisição deste produto no mercado.
- 12) A central de produção de betão de cimento, que a REA possui atualmente, satisfaz as necessidades associadas os trabalhos de pavimentação em betão de cimento.
- 13) Considero que a central de produção de betão de cimento que a REA possui atualmente é adequada à tipologia dos trabalhos desenvolvidos nos últimos nove anos.
- 14) Considero viável a reparação da central de produção de betão de cimento que a REA possui atualmente, sabendo que os trabalhos que requer situam-se ao nível da manutenção e que a mesma está dada como operativa.
- 15) Considero necessária a aquisição de uma nova central de produção de betão de cimento.





- 16) Os trabalhos de pavimentação em betão betuminoso devem ser efetuados com o recurso a central de produção de massas betuminosas da FAP.
- 17) Ter e operar uma central de produção de massas betuminosas, adequada às dimensões e tipologia de trabalhos é vantajoso para o garante da capacidade da pavimentação em betão betuminoso da FAP.
- 18) É viável realizar os trabalhos de pavimentação em betão betuminoso sem central própria, recorrendo apenas à aquisição de massas betuminosas no mercado.
- 19) A aquisição de massas betuminosas no mercado tem impacto direto nos prazos de realização dos trabalhos de pavimentação.
- 20) Os custos de um pavimento em betão betuminoso baixam se as massas betuminosas forem fabricadas em central própria face à aquisição deste produto no mercado.
- 21) A central de produção de massas betuminosas, que a REA possui atualmente, satisfaz as necessidades associadas os trabalhos de pavimentação em betão betuminoso.
- 22) Considero que a central de produção de massas betuminosas que a REA possui atualmente é adequada à tipologia dos trabalhos desenvolvidos nos últimos nove anos.
- 23) Considero viável a reabilitação da central de produção de massas betuminosas que a REA possui atualmente, sabendo que o custo estimado para essa reabilitação é ordem dos 80.000,00€ e que estes trabalhos visam recuperar e modernizar os equipamentos avariados, pois a central está dada como inoperativa.
- 24) Considero necessária a aquisição de uma nova central de produção de massas betuminosas.

**Tabela VII - Análise ao questionário das respostas 1 a 6**

Respostas aos questionários - pavimentação na FAP								
Questão	CC	C	NCND	D	DC	Grau	Universo	%
	2	1	0	-	-2	concordância	considerado	concordância
1	12	1	0	0	0	1,92	13	-
2	13	0	0	0	0	2,00	13	-
3	8	4	1	0	0	1,54	13	-
4	5	6	0	2	0	1,08	13	-
5	9	4	0	0	0	1,69	13	-
6	10	3	0	0	0	1,77	13	-
Racionalizando - questões 1 a 6								
Questão	CC	C	NCND	D	DC	Grau	Universo	%
	2	1	0	-	-2	concordância	considerado	concordância
1	12	1	0	0	0	1,92	13	<b>96</b>
2	13	0	0	0	0	2,00	13	<b>100</b>
3	8	4	0	0	0	1,67	12	<b>83</b>
4	5	4	0	0	0	1,56	9	<b>78</b>
5	9	4	0	0	0	1,69	13	<b>85</b>
6	10	3	0	0	0	1,77	13	<b>88</b>



**Tabela VIII – Análise ao questionário das respostas 7 a 15**

Respostas aos questionários - pavimentação em betão de cimento								
Questão	CC	C	NCND	D	DC	Grau	Universe	%
	2	1	0	- 1	-2	concordância	considerado	concordância
7	8	5	0	0	0	1,62	13	-
8	9	4	0	0	0	1,69	13	-
9	1	3	3	5	1	-0,15	13	-
10	1	7	2	2	1	0,38	13	-
11	7	4	1	1	0	1,31	13	-
12	5	6	2	0	0	1,23	13	-
13	5	7	1	0	0	1,31	13	-
14	5	6	2	0	0	1,23	13	-
15	0	0	5	4	4	-0,92	13	-
Racionalizando - questões 7 a 15								
Questão	CC	C	NCND	D	DC	Grau	Universe	%
	2	1	0	- 1	-2	concordância	considerado	concordância
7	8	5	0	0	0	1,62	13	<b>81</b>
8	9	4	0	0	0	1,69	13	<b>85</b>
9	0	0	0	2	0	-1,00	2	<b>-50</b>
10	0	5	0	0	0	1,00	5	<b>50</b>
11	7	3	0	0	0	1,70	10	<b>85</b>
12	5	6	0	0	0	1,45	11	<b>73</b>
13	5	7	0	0	0	1,42	12	<b>71</b>
14	5	6	0	0	0	1,45	11	<b>73</b>
15	0	0	0	4	4	-1,50	8	<b>-75</b>



**Tabela IX – Análise ao questionário das respostas 16 a 24**

Respostas aos questionários - pavimentação em betão betuminoso								
Questão	CC	C	NCND	D	DC	Grau	Universo	%
	2	1	0	- 1	-2	concordância	considerado	concordância
16	3	8	1	1	0	1,00	13	-
17	5	6	2	0	0	1,23	13	-
18	2	8	2	1	0	0,85	13	-
19	3	5	3	2	0	0,69	13	-
20	3	7	3	0	0	1,00	13	-
21	0	4	2	6	1	-0,31	13	-
22	0	3	4	4	2	-0,38	13	-
23	1	6	3	2	1	0,31	13	-
24	2	2	7	1	1	0,23	13	-
Racionalizando - questões 16 a 24								
Questão	CC	C	NCND	D	DC	Grau	Universo	%
	2	1	0	- 1	-2	concordância	considerado	concordância
16	3	7	0	0	0	1,30	10	<b>65</b>
17	5	6	0	0	0	1,45	11	<b>73</b>
18	2	7	0	0	0	1,22	9	<b>61</b>
19	3	3	0	0	0	1,50	6	<b>75</b>
20	3	7	0	0	0	1,30	10	<b>65</b>
21	0	0	0	2	1	-1,33	3	<b>-67</b>
22	0	0	0	1	2	-1,67	3	<b>-83</b>
23	0	3	0	0	0	1,00	3	<b>50</b>
24	1	1	0	0	0	1,50	2	<b>75</b>